УДК 005.8:51-77

Е.М. Медведева, Кабир Абдулкадир

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ БАЗОВЫХ S-ОБРАЗНЫХ КРИВЫХ

Сформированы исходные концептуальные положения формирования портфеля социально-экономических проектов больших социально-экономических образований (для решения проблемы вандализма и кражи нефти в Нигерии). С использованием способа многоиндексного представления параметра, предложены математические модели для построения S-образной кривой в локальной и глобальной временных системах проекта в портфеле, построения S-образной кривой для представления результата от продукта проекта в портфеле, построения интегральной кривой финансирования портфеля на основании известных S-образных кривых затрат по проектам портфеля, определения затрат портфеля для финансирования его проектов, описания эффекта, который предполагается получить от эксплуатации продуктов проектов портфеля. Рис. 7, табл. 2, ист. 14.

Ключевые слова: формирование портфеля, большое социально-экономическое образование, качественная математика, S-образная кривая, ценность, временная система проекта, гибкое управление портфелем, многоиндексное представление параметра.

Постановка проблемы в общем виде и ее актуальность. Современный этап развития управления проектами, как в науке, так и практике, можно назвать этапом гибких методологий управления и портфельного управления. Это, по нашему мнению, есть следствием резкого возрастания количества НЕ-факторов [1, 2], которые приходится учитывать при принятии управленческих решений относительно деятельности социально-экономических систем различного масштаба, увеличения числа «неудачных» проектов как с позиции управления их реализацией, так и позиции достижения ожидаемых продуктов, «ценностного» удорожания всех ресурсов, которые используются в проектной деятельности [3, 4, 5 и др.]. Улучшить эффективность управляемости проектов, как компонентов портфеля, и портфеля, как совокупности проектов, возможно за счет целостного видения динамики их реализации. А этого можно достичь, применяя для представления проектов портфеля временных характеристик, которыми являются S-образные кривые, и результатов использования продуктов проектов [6].

На сегодня практически отсутствуют исследования по формированию интегральных характеристик портфелей на основании S-образных кривых проектов, входящих в его состав.

Анализ исследований и публикаций и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Разработка S-образной кривой возникла из-за необходимости иметь инструмент для отслеживания прогресса проекта [7]. S-кривые обычно воспринимаются как выражение прогресса проекта [8] и стали необходимым инструментом для менеджеров проектов на этапе выполнения [9]. На сегодня накоплен достаточно большой статистический материал об эффективности управления реализацией проектов с использованием метода освоенного объема, который базируется на построении трех S-образных

кривых . Однако для управления портфелями проектов этод метод не нашел еще широкого распространения.

Цель статьи. Целью настоящего исследования является разработка математических основ метода формирования портфеля проектов на основе построения базовых S-образных кривых и кривых получения результата от использования проекта. Достижение поставленной цели предполагает решение двух задач: разработку модели описания S-образной кривой в локальной временной системе проекта и разработку модели представления портфеля проектов в глобальной временной системе портфеля на основе модели описания проекта в локальной временной системе.

Изложение основного материала исследования. Использование S-образных кривых в первую очередь наиболее целесообразно для задач управления портфелями больших социально-экономических образований (БСЭО). Для таких образований можно сформулировать следующие особенности реализации портфельного управления:

1) портфели содержат пулы проектов (пул – множество проектов одинаковой сущности, образовательные, технические, другие);

2) один и тот же проект на разных БСЭО при потенциально одинаковых ресурсных и временных условиях имеет фактически разные S-образные кривые их реализации;

3) продукты одинаковых проектов на разных БСЭО имеют разный результат во времени и силе его проявления, т.к. БСЭО имеют разные ценностные ориентации;

4) разная приоритетность ценностей на разных БСЭО повышает неопределенность предсказания результатов проектов.

Указанные особенности подтверждают целесообразность использование представления проектов и их результатов в виде S-образных кривых для задач управления портфелями проектов БСЭО. Сформулируем основные концептуальные положения формирования портфеля проектов в виде следующих утверждений.

1. В качестве критерия формирования портфеля проектов выступает критерий максимизации часовой результативности портфеля. Это означает, что в портфель попадают проекты, максимизирующие суммарную результативность в более ранний момент времени от начала реализации проектов, отобранных в портфель.

2. Проекты задаются S-образными лианизированными кривыми «время – затраты», имеющими три участка. Такое задание проекта позволяет графически отразить практически все особенности финансирования проекта. При этом подразумевается, что график финансирования проекта совпадает с формой S-образной кривой.

3. Каждый проект имеет разную временную результативность, использование продукта проекта (его отдельных инкрементов) может начинаться до его завершения (гибкое управление проектом, которое приводит к понятию гибкого управления портфелем проектов).

4. Экономическая результативность всех продуктов проектов портфеля описывается одним показателем – например, для портфеля проектов который направлен на борьбу с вандализмом в Нигерии [10] - процентом снижения потерь от кражи нефти.

5. Результативность однотипных проектов зависит от особенностей БСЭО, на территории которой будет использоваться продукт проекта.

6. Возможность финансирования портфеля задается в виде финансового потока с указанием минимальных и максимальных значений по периодам финансирования. В качестве периода финансирования целесообразно использовать квартал.

7. Неиспользованные в отдельном периоде финансы, выделенные на конкретный проект, могут быть перенесены для продолжения финансирования этого проекта только на один следующий период, при условии, что их объем не превышает 10% от запланированных в периоде, с которого они переносятся.

При решении поставленных задач будем использовать методы качественной математики [11]. Основное преимущество применения таких методов – возможность получения целостного видения процесса, тенденций, закономерностей и др. благодаря построению графических образов и моделей [11, с.38]. Применение метода, благодаря возможности качественного исследования поведения кривых и других геометрических образов, позволяет делать выводы об устойчивости процесса, существовании периодических закономерностей и др. Метод графического моделирования нашел широкое применение в разных исследованиях, в том числе и по управлению проектами (например, [12, 13]).

При построении математических моделей воспользуемся способом многоиндексного представления параметра (индикаторов), индексы которого располагаются в разных зонах области фиксации параметра. В нашем исследовании введем следующую систему индексов, представленную на рис 1.

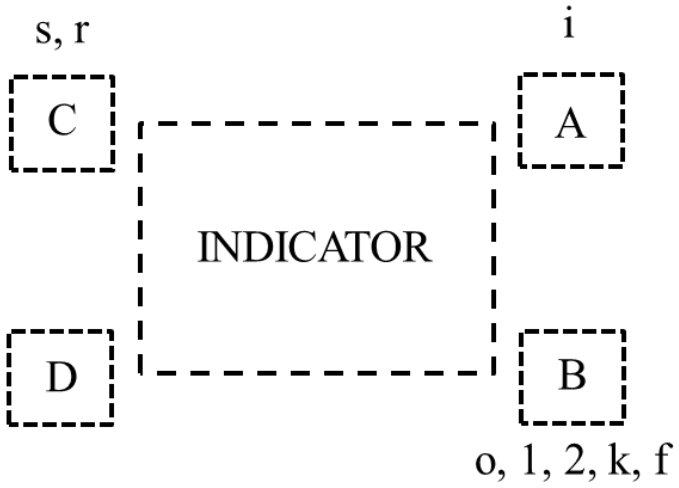

Рис. 1. Система индексов для обозначения индикатора

Традиционно таких зон четыре (A, B, C, D). На этапе построения математических основ метода будем использовать только три зоны. Перечень базовых параметров и индексов, а также их смысловое значение приведены в табл.1.

Таблица 1

Ключи для расшифровки индексов и показателей

Зона индекса	Обозначение индекса или показателя	Смысловое значение индексов и показателей
A	i	Номер проекта претендента в портфель
	j	Номер проекта, выбранного в портфель
B	o	Начальный момент (старт)
		Текущий момент
	1, 2, k	Критические моменты
	f	Завершающий момент (финиш)
C	s	Признак реализации проекта
	r	Признак результата от использования продукта проекта
D	Резервная зона	
	σ, S	Показатели затрат
	r, R	Показатели результата
	τ	Показатель времени в проекте (локальная система координат)
	t	Показатель времени в портфеле проектов (глобальная система координат)
	T	Показатель длительности

Метод рассмотрения S-образной кривой в локальной и глобальной системе координат заимствован из работы [14]. Для получения описания S-образной кривой в локальной временной системе, которая относится к проекту, введем следующие обозначения:

i − номер проекта, $i = 1,2,...,M$, где M − количество рассматриваемых в портфеле проектов {*входная величина*};

${}^s\tau_0^i$ − начальный момент (старт) финансирования i-го проекта, ${}^s\tau_0^i = 0$ {*входная величина*};

${}^s\tau_f^i$ − завершающий момент (финиш) финансирования i-го проекта {*входная величина*};

${}^sT^i$ − продолжительность финансирования i-го проекта, ${}^sT^i = {}^s\tau_f^i - {}^s\tau_0^i$;

${}^s\tau^i$ – текущий момент (время) финансирования i-го проекта, ${}^s\tau^i \in \left[{}^s\tau_0^i; {}^s\tau_f^i\right]$;

${}^s\tau_1^i$, ${}^s\tau_2^i$ − критические моменты финансирования i-го проекта, которые совпадают с изменением темпа финансирования, ${}^s\tau_1^i < {}^s\tau_2^i$, ${}^s\tau_1^i \in \left[{}^s\tau_0^i; {}^s\tau_f^i\right]$, ${}^s\tau_2^i \in \left[{}^s\tau_0^i; {}^s\tau_f^i\right]$ {*входная величина*};

${}^sT_1^i$, ${}^sT_2^i$ − продолжительность финансирования i-го проекта до первого и второго критического момента соответственно, ${}^sT_1^i = {}^s\tau_1^i - {}^s\tau_0^i$, ${}^sT_2^i = {}^s\tau_2^i - {}^s\tau_0^i$;

σ_0^i − начальные затраты на i-ый проект, затраты на момент ${}^s\tau_0^i$ {*входная величина*};

S^i − суммарные затраты на финансирование i-го проекта (в денежных единицах) понесенные за всё время ${}^sT^i$ к моменту ${}^s\tau_f^i$ {*входная величина*};

σ_1^i, σ_2^i − затраты на финансирование i-го проекта на критический момент ${}^s\tau_1^i$, ${}^s\tau_2^i$ соответственно {*входная величина*}.

На основании введённых обозначений S-образную кривую состоящую из трех линейных участков, которая отражает затраты на финансирование i-го проекта в текущий момент ${}^s\tau^i$, обозначим кусочно-линейной функцией $\sigma^i({}^s\tau^i)$ и представим в следующем виде:

$$\sigma^i({}^st^i)=\begin{cases}\dfrac{\sigma_1^i-\sigma_0^i}{{}^s\tau_1^i-{}^s\tau_0^i}({}^s\tau^i-{}^s\tau_0^i)+\sigma_0^i, & {}^s\tau_0^i<{}^s\tau^i<{}^s\tau_1^i\\ \dfrac{\sigma_2^i-\sigma_1^i}{{}^s\tau_2^i-{}^s\tau_1^i}({}^s\tau^i-{}^s\tau_1^i)+\sigma_1^i, & {}^s\tau_1^i<{}^s\tau^i<{}^s\tau_2^i\\ \dfrac{S^i-\sigma_2^i}{{}^s\tau_f^i-{}^s\tau_2^i}({}^s\tau^i-{}^s\tau_2^i)+\sigma_2^i, & {}^s\tau_2^i<{}^s\tau^i<{}^s\tau_f^i\end{cases}, \qquad (1)$$

где ${}^s\tau_1^i$, ${}^s\tau_2^i$ − точки смены функции.

Рассмотрим задачу построения S-образной кривой для результата от продукта i-го проекта. По аналогии с затратами на проект введем следующие обозначения параметров для результата проекта:

δ^i − время, через которое наступает начальный момент получения эффекта от продукта i-го проекта;

${}^r\tau_0^i$ − начальный момент (старт) получения эффекта от продукта i-го проекта, ${}^r\tau_0^i={}^st_0^i+\delta^i$ {*входная величина*};

${}^r\tau_f^i$ − завершающий момент (финиш) получения эффекта от продукта i-го проекта {*входная величина*};

${}^rT^i$ − продолжительность получения эффекта от продукта i-го проекта в днях, ${}^rT^i={}^r\tau_f^i-{}^r\tau_0^i$;

${}^r\tau^i$ – текущий момент (время) получения эффекта от продукта i-го проекта (единица измерения – день), ${}^r\tau^i\in\left[{}^r\tau_0^i;{}^r\tau_f^i\right]$;

${}^r\tau_1^i$, ${}^r\tau_2^i$ − критические моменты (изменение темпа) получения эффекта от продукта i-го проекта, ${}^r\tau_1^i<{}^r\tau_2^i$, ${}^r\tau_1^i\in\left[{}^r\tau_0^i;{}^r\tau_f^i\right]$, ${}^r\tau_2^i\in\left[{}^r\tau_0^i;{}^r\tau_f^i\right]$ {*входная величина*};

${}^{r}T_1^i$, ${}^{r}T_2^i$ − продолжительность получения эффекта от продукта i-го проекта до первого и второго критического момента соответственно, ${}^{r}T_1^i = {}^{r}\tau_1^i - {}^{r}\tau_0^i$, ${}^{r}T_2^i = {}^{r}\tau_2^i - {}^{r}\tau_0^i$;

r_0^i − начальный эффект от продукта i-го проекта(в денежных или других единицах), эффект на момент ${}^{r}\tau_0^i$ {*входная величина*};

R^i − окончательный эффект от продукта i-го проекта полученный за всё время ${}^{r}T^i$ к моменту ${}^{r}\tau_f^i$ {*входная величина*};

r_1^i, r_2^i − эффект от продукта i-го проекта на критический момент ${}^{r}\tau_1^i$, ${}^{r}\tau_2^i$ соответственно {*входная величина*}.

На основании введённых обозначений S-образную кривую состоящую из трех линейных участков, которая отражает эффект от продукта i-го проекта в текущий момент ${}^{r}\tau^i$, обозначим кусочно-линейной функцией $r^i({}^{r}\tau^i)$ и представим в следующем виде:

$$r^i({}^{r}\tau^i) = \begin{cases} \dfrac{r_1^i - r_0^i}{{}^{r}\tau_1^i - {}^{r}\tau_0^i}({}^{r}\tau^i - {}^{r}\tau_0^i) + r_0^i, & {}^{r}\tau_0^i < {}^{r}\tau^i < {}^{r}\tau_1^i \\ \dfrac{r_2^i - r_1^i}{{}^{r}\tau_2^i - {}^{r}\tau_1^i}({}^{r}\tau^i - {}^{r}\tau_1^i) + r_1^i, & {}^{r}\tau_1^i < {}^{r}\tau^i < {}^{r}\tau_2^i \quad r^i, \\ \dfrac{R^i - r_2^i}{{}^{r}\tau_f^i - {}^{r}\tau_2^i}({}^{r}\tau^i - {}^{r}\tau_2^i) + r_2^i, & {}^{r}\tau_2^i < {}^{r}\tau^i < {}^{r}\tau_f^i \end{cases} \qquad (2)$$

где ${}^{r}\tau_1^i$, ${}^{r}\tau_2^i$ − точки смены функции.

В табл. 2 сведены все обозначения показателей, которые используются для описания конкретного проекта.

Таблица 2

Обозначения показателей i-го проекта

Временные характеристики проекта				Финансирование проекта		Результат от продукта проекта	
				время	значение	время	значение
Моменты времени	Входные величины	начальный		${}^{s}\tau_0^i$	σ_0^i	${}^{r}\tau_0^i$	r_0^i
		критические моменты	1	${}^{s}\tau_1^i$	σ_1^i	${}^{r}\tau_1^i$	r_1^i
			2	${}^{s}\tau_2^i$	σ_2^i	${}^{r}\tau_2^i$	r_2^i
		финальный		${}^{s}\tau_f^i$	S^i	${}^{r}\tau_f^i$	R^i
	текущий			${}^{s}\tau^i$	$\sigma^i({}^{s}\tau^i)$	${}^{r}\tau^i$	$r^i({}^{r}\tau^i)$
Длительность	до критического момента		1	${}^{s}T_1^i$	−	${}^{r}T_1^i$	−
			2	${}^{s}T_2^i$	−	${}^{r}T_2^i$	−
	всего проекта			${}^{s}T^i$	−	${}^{r}T^i$	−

В графическом виде вся информация таблицы 2. приведена на рис 2. и 3.

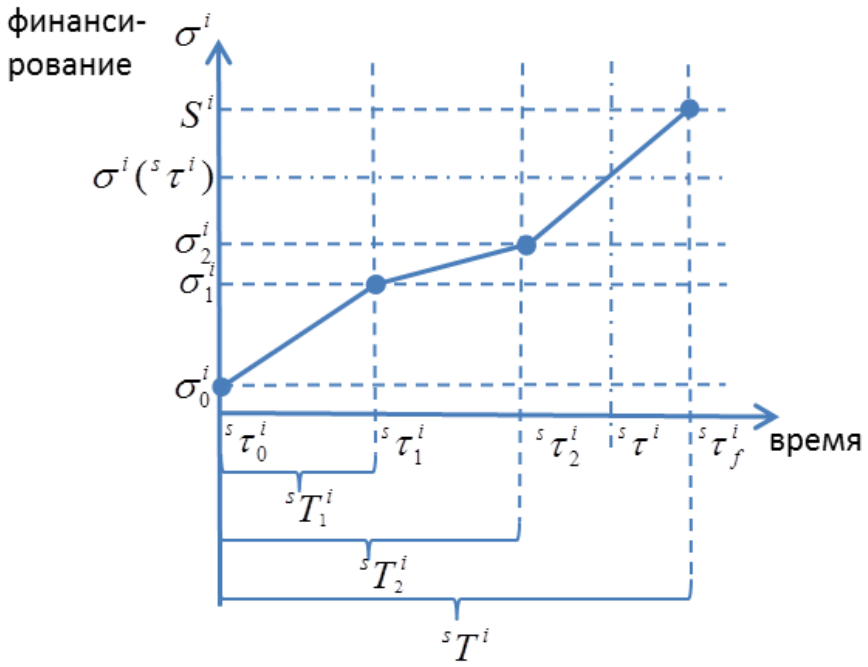

Рис. 2. S-образная кривая финансирования i-го проекта

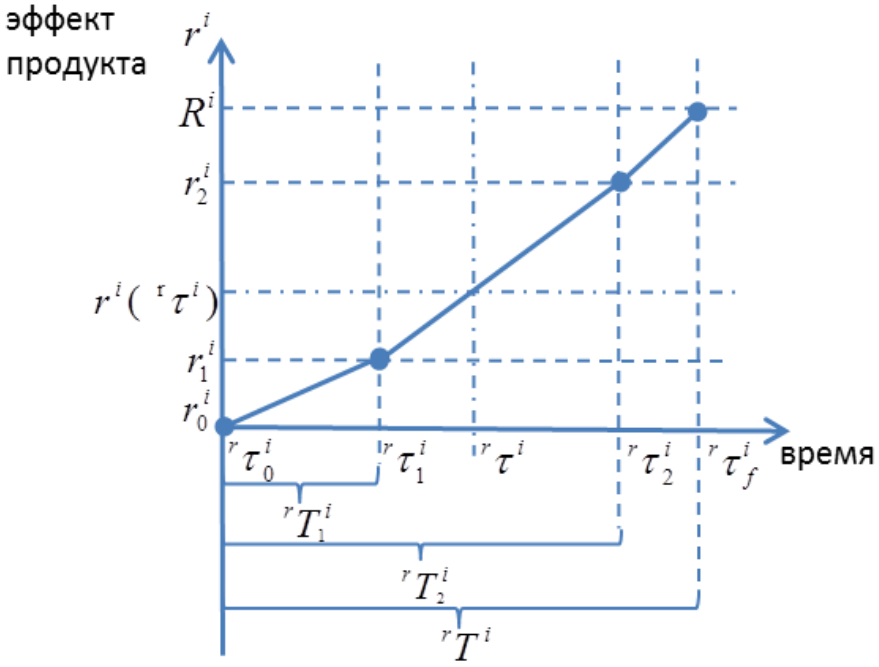

Рис. 3. S-образная кривая результата (эффекта) от продукта i-го проекта

Рассмотрим задачу построения интегральной кривой финансирования портфеля проектов на основании известных S-образных кривых затрат по проектам составляющим этот портфель. Для проектов, система координат в которой будут описываться затраты по портфелю, будет являться глобальной. Рассмотрим задачу формирования массива критических моментов портфеля в глобальной системе координат на основании моментов старта, финиша и критических моментов финансирования проектов портфеля. Для этого введем следующие обозначения:

${}^{s}t_0$ − начальный момент (старт) финансирования портфеля проектов, ${}^{s}t_0 = 0$ {*входная величина*};

${}^{s}t_f$ − завершающий момент (финиш) финансирования портфеля проектов{*входная величина*};

${}^{s}T$ − продолжительность финансирования портфеля проектов, ${}^{s}T = {}^{s}t_f - {}^{s}t_0$;

${}^{s}t$ – текущий момент (время) финансирования портфеля проектов, ${}^{s}t \in \left[{}^{s}t_0; {}^{s}t_f\right]$;

j − номер проекта выбранного в портфель проектов, $j = 1,2,...,N$, где N − количество проектов в портфеле, $N \le M$;

Δ^j − время, через которое начинают финансировать j-ый проект после начала финансирования портфеля;

${}^{s}t_0^j$ − начальный момент (старт) финансирования j-го проекта в портфеле проектов, ${}^{s}t_0^j = {}^{s}\tau_0^j + \Delta^j$;

${}^{s}t_f^j$ − завершающий момент (финиш) финансирования j-го проекта в портфеле проектов, ${}^{s}t_f^j = {}^{s}t_0^j + {}^{s}T^j$;

${}^{s}t_1^j$, ${}^{s}t_2^j$ − критические моменты (изменение темпа) финансирования j-го проекта в портфеле проектов, ${}^{s}t_1^j = {}^{s}t_0^j + T_1^j$, ${}^{s}t_2^j = {}^{s}t_0^j + T_2^j$, ${}^{s}t_1^j < {}^{s}t_2^j$, ${}^{s}t_1^j \in \left[{}^{s}t_0^j; {}^{s}t_f^j\right]$, ${}^{s}t_2^j \in \left[{}^{s}t_0^j; {}^{s}t_f^j\right]$.

На основании полученных выражений для начальных моментов финансирования проектов в портфеле, их критических моментов и моментов завершения финансирования сформируем массив критических моментов портфеля проектов как мощность множества, полученного путем объединения стартов, критических моментов и финишей всех j-тых проектов

$$K = \left| \bigcup_j \left\{ {}^{s}t_0^j, {}^{s}t_1^j, {}^{s}t_2^j, {}^{s}t_f^j \right\} \right| , \qquad (3)$$

где K – количество критических моментов (изменение темпа) финансирования портфеля проектов.

Обозначим критические моменты финансирования портфеля проектов, ${}^{s}t_k$, введя условие, что ${}^{s}t_k < {}^{s}t_{k+1}$, и ${}^{s}t_k \in \left[{}^{s}t_0; {}^{s}t_f\right]$, $k = 1,2,..,K-1$. Тогда можно построить графическую модель критических точек портфеля (рис. 4).

Перейдем к решению задачи определения затрат портфеля для финансирования его проектов. Для этого введем следующие обозначения:

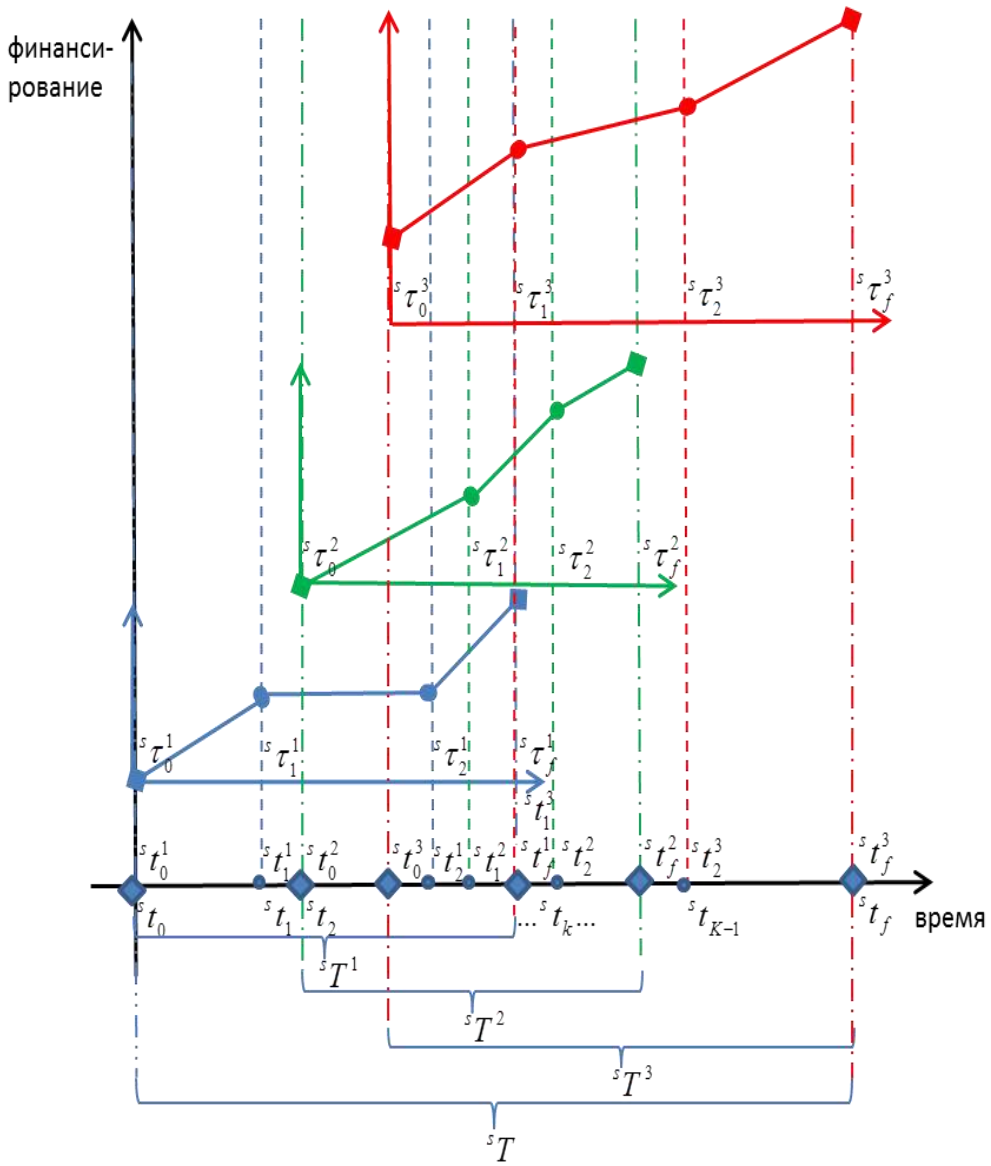

Рис 4. Пример формирования критических точек ${}^{s}t_k$ финансирования портфеля, состоящего из трех проектов

s_0 – начальные затраты портфеля проектов, затраты на момент t_0, $s_0 = \{s_0^j, \quad если \quad \Delta^j = 0\}$;

S – суммарные затраты портфеля проектов понесенные за всё время T к моменту t_f.

Тогда затраты s_k^j на финансирование i-го проекта на критические моменты ${}^s t_k$ портфеля проектов можно рассчитать как

$$s_k^j = \begin{cases} 0, & {}^s t_k < {}^s t_0^j \\ \sigma^j({}^s t_k - \Delta^j), & {}^s t_0^j \le {}^s t_k < {}^s t_f^j \quad {}^s t_0^j = {}^s \tau_0^j + \Delta^j. \\ S^k, & {}^s t_k \ge {}^s t_f^j \end{cases} \tag{4}$$

На рис. 5 показаны компоненты затрат по каждому проекту, которые финансируютя в момент времени ${}^s t_k$. Как видно с рисунка после завершения проекта за этим проектом закрепляются постоянные затраты, которые численно равны накопленным затратам финансирования проекта (например, в момент *K-1*).

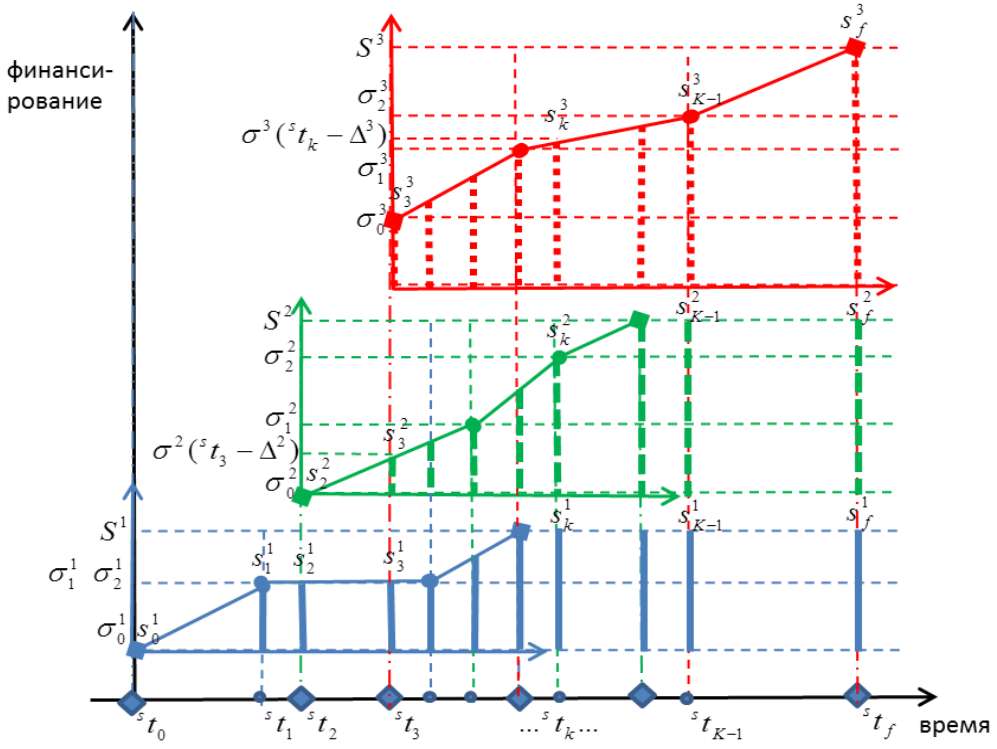

Рис. 5. Компоненты затрат проектов на финансирование портфеля в критические моменты ${}^s t_k$ (на примере портфеля, состоящего из трех проектов)

Обозначим через s_k затраты портфеля проектов на критические моменты ${}^s t_k$. Они определяются путем суммирования затрат на проекты по формуле

$$s_k = \sum_{j=1}^{N} s_k^j \, , k = 1,2,..,K \, . \qquad (6)$$

На рис. 6 показан процесс формирования затрат портфеля.

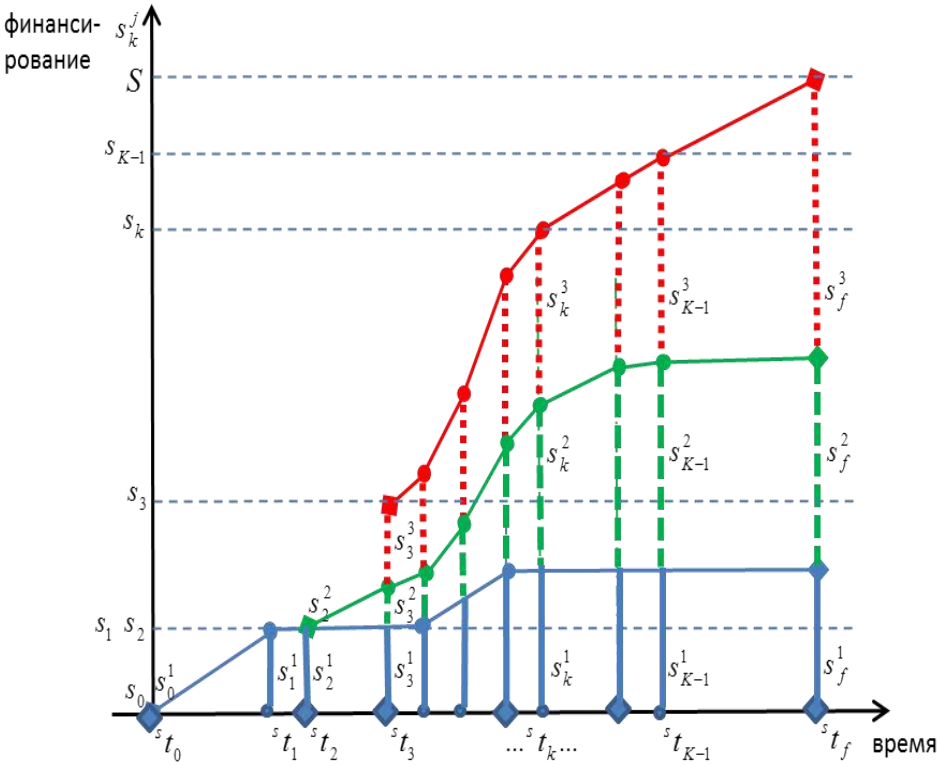

Рис. 6. Формирование затрат портфеля проектов на критические моменты ${}^s t_k$

Тогда затраты портфеля проектов в текущий момент ${}^s t$, можно представить кусочно-линейной функцией $s({}^s t)$, которая имеет следующий вид:

$$s({}^s t) = \begin{cases} \dfrac{s_1 - s_0}{{}^s t_1 - {}^s t_0}({}^s t - {}^s t_0) + s_0, & {}^s t_0 < {}^s t < {}^s t_1 \\ \dfrac{s_2 - s_1}{{}^s t_2 - {}^s t_1}({}^s t - {}^s t_1) + s_1, & {}^s t_1 < {}^s t < {}^s t_2 \\ \ldots \\ \dfrac{s_{k+1} - s_k}{{}^s t_{k+1} - {}^s t_k}({}^s t - {}^s t_k) + s_k, & {}^s t_k < {}^s t < {}^s t_{k+1} \\ \ldots \\ \dfrac{S - s_J}{{}^s t_f - {}^s t_K}({}^s t - {}^s t_K) + s_K, & {}^s t_K < {}^s t < {}^s t_f \end{cases}, \qquad (6)$$

где ${}^s t_k$ – точка смены функции, $k = 1,2,..,K$.

На рис. 7. представлена кусочно-линейная функция для портфеля проектов, S-образные кривые которых изображены на рис. 4.

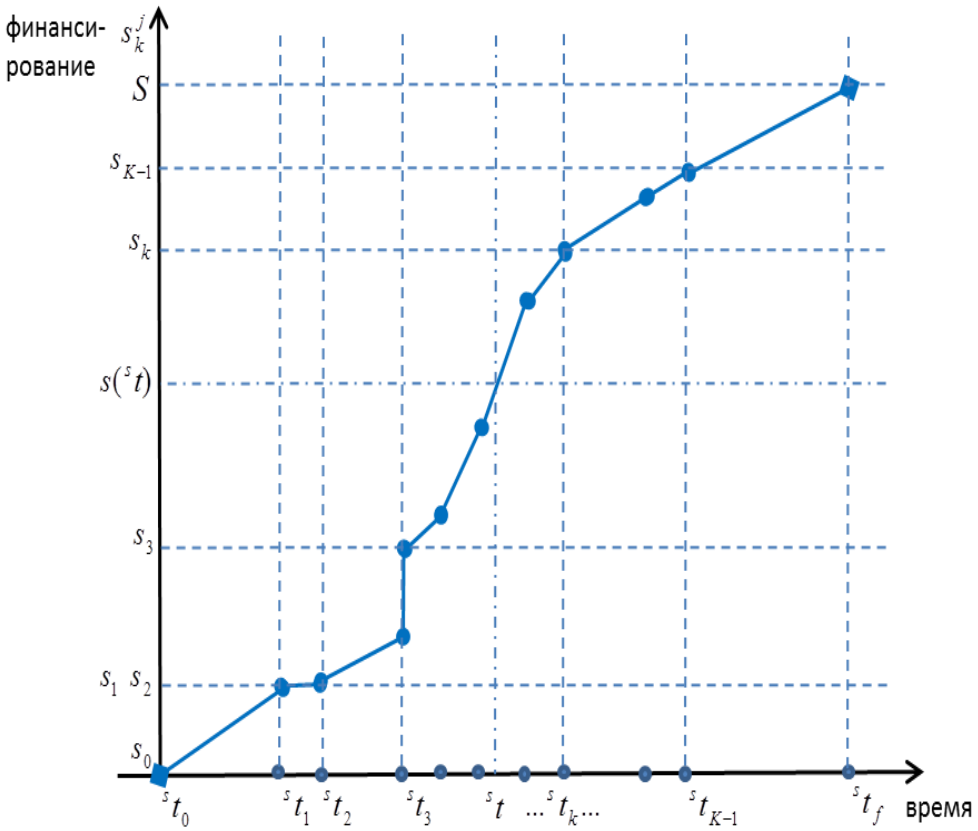

Рис. 7. График финансирования портфеля проектов

Рассмотрим задачу описания эффекта, который предполагается получить от эксплуатации продуктов проектов портфеля. Теоретически в начальный момент проявления эффекта он может быть сразу отличным от нуля. Это объясняется тем, что результатом продукта проекта может быть приостановка или ликвидация определенного негативного процесса. А это математически соответствует разрыву функции первого рода, т.е. скачкообразному ее изменению. С учетом этого введем следующие обозначения для указанной задачи:

${}^{r}t_0$ − начальный момент (старт) получения эффекта от продукта портфеля проектов;

${}^{r}t_f$ − завершающий момент (финиш) получения эффекта от продукта портфеля проектов;

${}^{r}T$ − продолжительность получения эффекта от продукта портфеля проектов, ${}^{r}T={}^{r}t_f-{}^{r}t_0$;

${}^{r}t$ – текущий момент (время) получения эффекта от продукта портфеля проектов, ${}^{r}t\in\left[{}^{r}t_0;{}^{r}t_f\right]$;

G − количество критических моментов (изменение темпа) получения эффекта от продукта портфеля проектов, $G=\left|\bigcup_j\left\{{}^{r}t_0,{}^{r}t_1,{}^{r}t_2,{}^{r}t_f\right\}\right|$ − мощность множества, полученного путем объединения пар стартов, критических моментов и финишей всех j-тых проектов;

${}^{r}t_g$ − критические моменты получения эффекта от продукта портфеля проектов, ${}^{r}t_g<{}^{r}t_{g+1}$, ${}^{r}t_j\in\left[{}^{r}t_0;{}^{r}t_f\right]$, $g=1,2,..,G$;

r_0 − начальный эффект от продукта портфеля проектов, эффект на момент ${}^{r}t_0$;

R − окончательный эффект от продукта портфеля проектов полученный за всё время ${}^{R}T$ к моменту ${}^{r}t_f$;

r_g − эффект от продукта портфеля проектов в критические моменты ${}^{r}t_g$, $g=1,2,..,G$.

Тогда по аналогии с (6) запишем уравнение кусочно-линейной функции $r({}^{r}t)$ эффекта от продукта портфеля проектов в текущий момент ${}^{r}t$:

$$r({}^r t) = \begin{cases} \dfrac{r_1 - r_0}{{}^r t_1 - {}^r t_0}({}^r t - {}^r t_0) + r_0, & {}^r t_0 < {}^r t < {}^r t_1 \\ \dfrac{r_2 - r_1}{{}^r t_2 - {}^r t_1}({}^r t - {}^r t_1) + r_1, & {}^r t_1 < {}^r t < {}^r t_2 \\ \ldots \\ \dfrac{r_{g+1} - r_g}{{}^r t_{g+1} - {}^r t_g}({}^r t - {}^r t_g) + r_g, & {}^r t_j < {}^r t < {}^r t_{j+1} \\ \ldots \\ \dfrac{R - r_G}{{}^r t_f - {}^r t_G}({}^r t - {}^r t_G) + r_G, & {}^r t_J < {}^r t < {}^r t_f \end{cases}, \qquad (7)$$

где ${}^r t_g$ − точка смены функции, $g = 1,2,..,G$.

$r_0^{\min}$ − ограничение на минимальный начальный эффект от продукта портфеля проектов, ограничение на получаемый эффект в момент ${}^r t_0$ {*входная величина*};

$R^{\min}$ − ограничение на минимальный итоговый эффект от продукта портфеля проектов полученный за всё время ${}^r T$ к моменту ${}^r t_f$ {*входная величина*};

$r_g^{\min}$ − ограничение на минимальный эффект от продукта портфеля проектов в критические моменты ${}^r t_g$, $g = 1,2,..,G$ {*входная величина*}.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В результате применения методов качественной математики получен ряд формул, которые позволяют представить проекты в виде S-образных кривых затрат на проект и эффекта от эксплуатации продукта этого проекта. На основе этих формул разработан аппарат определения затрат на портфель проекта в виде кусочно-ломаной кривой и эффекта от портфеля проектов. По сути, сформированы математические основы метода формирования портфеля проектов на основе базовых S-образных кривых. В дальнейшем необходимо решить задачи отбора проектов в портфель при заданных граничных значениях возможного финансирования. Их нужно задавать в виде двух кривых, одна из которых показывает минимально возможное финансирование, а вторая – максимально возможное финансирования портфеля в реперных временных точках портфеля проекта. Критерием отбора должен выступать максимальный временной эффект от портфеля, описание которого приведено в этой работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Душкин, Р. В. Методы получения, представления и обработки знаний с НЕ-факторами / Р.В. Душкин. - М., 2011, 115 с.

2. Корхина, И. А. Модели формирования оптимального портфеля проектов развития предприятия по финансовым критериям в условиях неопределенности: дис. … канд. техн. наук: 05.13.22 – управление проектами и программами / Инна Арнольдовна

Корхина. – Днепропетровск: Национальная металлургическая академия Украины, 2015. – 169 с.
3. Рач, В.А. Портфельне управління розвитком соціально-економічних систем. Частина 1. Модель визначення бенчмаркингових значень показника стратегічної мети із використанням теорії нечітких множин / В.А. Рач, О.П. Коляда // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 1(29). – С. 144-151.
4. Молоканова, В. М. Оцінювання якісних показників портфелю проектів за допомогою теорії нечітких множин / В. М. Молоканова // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012. - № 3 (43). - С. 106-114.
5. Козлов, А.С. Управление портфелем программ и проектов: процессы и инструментарий [Текст] / А.С. Козлов. - М.: Изд-во ЗАО "Проектная ПРАКТИКА", 2010. - 356 с.
6. Рач, Д.В. Контроль выполнения проектов на основе анализа освоенного объема / Д.В. Рач // Вісник Східноукраїнського Державного університету. – 1998. - № 6(16). – С. 27-31.
7. Murmis, G. M. (1997). "S" curves for monitoring project progress. Project Management Journal, 28(3), 29–35. Available at: https://www.pmi.org/learning/library/s-curves-monitoring-project-progress-5386.
8. Czarnigowska A. (2008). Earned value method as a tool for project control. Budownictwo i Architektura, 3(2008), pp. 15-32.
9. Ramón San Cristóbal, José & Correa, Francisco & Antonia González, María & Díaz, Emma & Madariaga, Ernesto & Ortega, Andrés & López, Sergio & Trueba, Manuel. (2015). A Residual Grey Prediction Model for Predicting S-curves in Projects. Procedia Computer Science. 64. 586-593. 10.1016/j.procs.2015.08.570.
10. Abdulkadir, K. (2016). Project-technological approach to solve the crude oil theft, sabotage and pipeline vandalization problem in Nigeria. Project management and development of production, 4(60), 98-115. Available at: http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/60/9_Abdulkadir.pdf.
11. Малинецкий Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 336 с.
12. Рач, В. А. Управління проектами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку: навч. посіб. / Рач В.А., Россошанська О.В., Медведєва О.М.; за ред. В.А. Рача. – К.: «К.І.С.», 2010. – 276 с.
13. Рач, Д.В. Метод графического представления показателей освоенного объема / Д.В. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 3(39). – С. 117-121.
14. Рач, Д.В. Методи відносних координат та зворотнього ходу як додаткові інструменти управління невизначеністю на фазі реалізації проекту [Текст] / Д.В. Рач // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб. наук. праць. – Луганськ: Східноукр. нац. ун-т ім. В.Даля, 2013. - № 4(48). – С.42-50.

Рецензент статті
д.т.н., проф. Тесля Ю.М.

Стаття рекомендована до публікації 21.09.2017 р.